

## Flat structured ceramic or powder metallurgical parts production

Patent Number: DE19703032

Publication date: 1998-08-27

Inventor(s): LENK REINHARD DR [DE]; RICHTER CLAUS DIPL ING [DE]

Applicant(s): FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]

Requested Patent:  DE19703032

Application Number: DE19971003032 19970129

Priority Number(s): DE19971003032 19970129

IPC Classification: B28B1/00; B28B1/24; B28B1/26

EC Classification: B22F3/22, B28B1/26D, B28B17/02C

Equivalents:

### Abstract

Production of flat structured ceramic or powder metallurgical constructional parts is claimed, in which a ceramic or metallic powder with a thermoplastic binder and further known materials is processed to a thermoplastic slip (2), and the evacuated slip (2) is forced from an opening of a heated container (1). Evacuation of the slip (2) is carried out before inserting into the heated container (1) and the temp. of the slip (2) is adjusted below the vaporisation temp. of the thermoplastic binder. The slip (2) is pressed into moulds (4) with negative structuring of the surface of parts to be formed. After cooling the thermoplastic slip (2) the moulding (5) is removed from the mould (4), the binder driven off, and the moulding sintered. The novelty is that before insertion, a viscosity of the thermoplastic slip is adjusted to 0.05-4.0 Pa.s, and the mould is evacuated before, during or after inserting the thermoplastic slip to a pressure of 5 Pa - 0.09 MPa. Insertion of the slip is carried out at 40-180 deg C. An apparatus for carrying out the process is also claimed. The thermoplastic binder is paraffin or wax. The further known materials are stearic acid or oleic acid. The powder metallurgical material is a hard metal. The ceramic material is silicon nitride, aluminium nitride or PZT.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Nr. 14



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 197 03 032 C 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**B 28 B 1/00**  
B 28 B 1/24  
B 28 B 1/26

DE 197 03 032 C 1

⑯ Aktenzeichen: 197 03 032.7-25  
⑯ Anmeldetag: 29. 1. 97  
⑯ Offenlegungstag: -  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 27. 8. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑯ Vertreter:  
Rauschenbach, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 01189 Dresden

⑯ Erfinder:  
Lenk, Reinhard, Dr., 02779 Großschönau, DE;  
Richter, Claus, Dipl.-Ing., 01882 Meißen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 15 33 035  
Jaschinski, Wk., Pulvermetall in Wissenschaft und Praxis, Bd. 7, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991  
S. 33-49;  
Heinrich, J.: Folienguss, Tech. Keramische Werkstoffe, Kapitel 3.4.60, Deutscher Wirtschaftsdienst;  
Kutitter, R. u.a.: cfi Ber. Dk871 (1994), 9.  
S. 549-553;  
Haupt, U. Tech. Keramische Werkstoffe, Kapitel 3.4.8.1, Deutscher Wirtschaftsdienst;  
Klinetenmacher D. Inst. Konf. 29-30.9.1994  
TU Dresden;

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung flächiger, einseitig strukturierter keramischer oder pulerverarbeitungssicherer Bauteile

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Keramik und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen, die z. B. als Kühl- oder Führungselemente angewandt werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der Bauteile mit einer Bauteildicke von auch  $\geq 2$  mm wirtschaftlich hergestellt werden können.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung flächiger, einseitig strukturierter keramischer oder pulerverarbeitungssicherer Bauteile, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Einbringen eine Viskosität des thermoplastischen Schlickers von  $\geq 0,05$  Pa·s bis  $\leq 4,0$  Pa·s eingestellt wird, die evakuerbaren Form(en) vor und/oder während und/oder nach dem Einbringen des thermoplastischen Schlickers auf einen Druck zwischen  $\geq 5$  Pa und  $\leq 0,09$  MPa evakuiert werden, und das Einbringen des thermoplastischen Schlickers bei Temperaturen zwischen 40°C und 180°C durchgeführt wird.

DE 197 03 032 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf die Gebiete der Keramik, der Pulvermetallurgie und des Maschinenbaus und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung flächiger, einseitig strukturierter keramischer oder pulvermetallurgischer Bauteile, die z. B. als Kühl- oder Führungselemente oder als Substrate für elektronische Bauelemente usw. angewandt werden können.

Bauteile aus keramischen oder pulvermetallurgischen Werkstoffen werden u. a. ausgehend von Pulvern nach einer Pulvertechnologie hergestellt. Die Pulvertechnologie schließt die Formgebung von Pulvern zu einem Grünkörper und deren anschließende Wärmebehandlung (Entbinden, Sintern) ein. Je nachdem, welche Anforderungen an die Pulwerkstoffeigenschaften des Bauteils und damit an die Pulverqualität (Feinheit, Dotierung mit Additiven usw.) gestellt werden, sind zusätzliche technologische Schritte, wie z. B. eine Mischnahmung notwendig.

Die Formgebung sehr feiner Pulver erfolgt nicht direkt unter Zugrundeliegung der Pulverausgangskörnung, sondern, je nach Fertigungsverfahren, ausgehend von Granulat, Schlicker oder (thermo)plastischen Formmassen. Diese Zwischenprodukte werden mit Hilfe unterschiedlicher temporärer Bindemittel (organischer Additive) hergestellt, die nach der Formgebung, noch vor dem Sinternprozess, ausgetrieben werden müssen.

Es ist auch üblich, durch Formgebung Rohformlinge zu fertigen und diese im geformten, gehärteten, geglätteten oder gesinterten Zustand mechanisch zu bearbeiten.

Welches Formgebungsverfahren für die Fertigung von Bauteilen angewandt wird, entscheiden technische und wirtschaftliche Grenzen (Jaschinski, W. u. a. Pulvermetall in Wissenschaft und Praxis, Band 7, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991 S. 33-49). Zunächst einmal ist die Geometrie des Bauteils ausschlaggebend, vor allem hinsichtlich der technischen Grenzen einzelner Formgebungsverfahren. Aus wirtschaftlicher Sicht (z. B. Amortisation des Werkzeugs) ist die Stückzahl eine wichtige Größe.

Flache Bauteile mit einfachen Oberflächenstrukturen werden durch uniaxiales Trockenpressen hergestellt. Das maximal mögliche Verhältnis von Bauteillänge und -breite zu Bauteildicke sollte 50 : 1 nicht überschreiten, da die Fähigkeit aufgrund des geringen Bindemittelgehaltes nicht ausreichend ist. Die Strukturen in der Oberfläche sind hinsichtlich des Tiefen-Flächen-Verhältnisses begrenzt.

Flächige Bauteile mit einer Bauteildicke von 2 mm bis 20 µm werden durch Foliengießen hergestellt (Heinrich, J.: Folienguss, Technische Keramische Werkstoffe, Kapitel 3.4.6.0, Deutscher Wirtschaftsdienst). Ein aus Pulver, Binder und Lösungsmittel bestehender Schlicker wird durch einen einstellbaren Schlitz ausgegossen und mit einem "doctor blade" über eine exakt definierbare Höhe abgestrichen. Nach Verdampfen des Lösungsmittels bleibt dank des Binders eine flexible Folie zurück. Nach dem Entbinden und Sintern erhält man das fertige Bauteil.

Das Verfahren kann kontinuierlich (Auslaufen des Folien-gießschlickers auf ein bewegliches Stahlband) oder diskontinuierlich (Bewegung des Auslaufbehälters oberhalb einer fixen ebenen Fläche) betrieben werden.

Die Flexibilität der Grünfolien wird für die Mehrzahl der Applikationen genutzt, indem aus verschiedenen Werkstoffen, ggf. mit aufgedruckten Zwischenschichten, Vielschichten verbundene durch Laminieren einzelner Folien hergestellt werden. Auch die Fertigung von Bauteilen mit komplizierter Oberflächenstruktur wird durch die Flexibilität möglich. So wird das Einprägen von Strukturen durch Metallmatrizen in Folien beschrieben (Knitter, R. u. a.: cf Bct. DKG 71

(1994), 9, S. 549-553).

Der Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß die Formgebung aus zwei Teilschritten besteht. Außerdem ist die Packungsdichte des Pulvers im geformten Bauteil (d. h. nach Verdampfen des Lösungsmittels) nicht sehr hoch, da für die erforderliche Flexibilität der Folien ausreichend Bindemittel vorhanden sein muß. Schließlich ist die Effektivität des Verfahrens durch die Notwendigkeit einer schonenden Trocknung (Verdampfen des Lösungsmittels) wesentlich eingeschränkt.

Bezüglich der thermoplastischen Formgebung unter hohen Drücken, z. B. Spritzgießen (Haupt, U. Technische Keramische Werkstoffe, Kapitel 3.4.8.0, Deutscher Wirtschaftsdienst) und unter niedrigen Drücken, z. B. Heißgießen oder Niedrigdruckspritzgießen (Lenk, R. Technische Keramische Werkstoffe, Kapitel 3.4.8.1, Deutscher Wirtschaftsdienst). In letzterem Fall wird eine thermoplastisch gebundene, und damit bei höheren Temperaturen fließfähige Masse in eine geschlossenen Metallform gedrückt. Nach Erkalten der Masse und Öffnen des Werkzeuges wird ein gut handhabbares Bauteil mit komplexer Geometrie erhalten, das vor dem Sintern entbindet werden muß.

In der DE 15 33 035 AS ist ein Verfahren beschrieben, in dem Metall- oder Metalloxidpulver mit Paraffinen und Wachsen vermischt und unter einem geringen Druck von 0,05-0,4 MPa geformt werden, anschließend das Bindemittel entfernt und der Formkörper gesintert wird.

Für die Herstellung flächiger, dünner Bauteile sind diese Verfahren trotz der deckbaren Vorteile bei einer Serienfertigung nicht geeignet, weil wegen der geometrisch bedingten langen Fließwege durch sehr eng Kanäle ein vorzeitiges Erstarren der Masse im Werkzeug nicht zu verhindern ist. Beim Spritzgießen mit hohen Spritzdrücken ist es außerdem schwierig, den erforderlichen hohen Zuhaltedruck für das Schließen des Werkzeuges aufzubringen.

Das Schlickergießen in Gips besitzt Grenzen hinsichtlich der möglichen Kompliziertheit der Oberflächenstrukturierung, der Entformbarkeit der Formkörperfestigkeit und der Wirtschaftlichkeit bei großen Stückzahlen.

Der Nachteil aller bekannten Verfahren besteht darin, daß mit dem Formgebungsverfahren nach der Pulvertechnologie nicht genügend dünne flächige Bauteile (Bauteillängen und -breite zur Bauteildicke maximal 50 : 1) herstellbar sind, und daß mit dem Foliengießverfahren nicht genügend dicke flächige Bauteile (maximal 2 mm dicke Bauteile) herstellbar sind.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Verfahren besteht darin, daß entweder zur Strukturierung einer Bauteilseite ein zweiter technologischer Schritt erforderlich ist, oder die Packungsdichte des keramischen oder metallurgischen Pulvers im Bauteil gering ist, und damit die elektrischen, mechanischen und anderen Eigenschaften des Bauteils relativ schlecht sind.

Es sind weiterhin Verfahren bekannt, nach denen Formkörper mittels einer frötlormenden Bauteilfertigung durch lokale Materialverfestigung hergestellt werden können (Rapid Prototyping). Bei dieser generativen Fertigung wird die Geometrie des Bauteiles dreidimensional beschrieben. Das erhaltene 3D-Bild wird in einer Dimension (in der Regel ist es die Höhe) in einzelne Scheiben zerlegt. Das Bauteil wird nun aufgebaut, indem Schicht für Schicht das Material innerhalb der Bauteilknoten verfestigt wird.

Die einzelnen generativen Fertigungsverfahren beruhen auf der lokalen Aushärtung von Polymeren (Stereolithographie STL, Solid Ground Curing SiC), dem lokalen Versintern von Pulvern (Selektives Laser Sintern SLS, Lasergenerieren), dem schichtweisen Auftrag von verflüssigtem Material (Fused Deposition Modelling FDM), oder der lokalen

Bindung von Pulvern durch einen Binder (Three Dimensional Printing TDP).

Die Rapid Prototyping Verfahren werden gegenwärtig vorrangig zur Herstellung von Mustern aus Kunststoffen oder Wachsen angewandt. Die parallel entwickelten Folgetechnologien ermöglichen die Herstellung von Duplikaten aus Prototypen, oder die Herstellung von metallischen Prototypen.

Eine dieser Rapid Prototyping Verfahren ist das Vakuumgießen (Kistennmacher D., Int. Konf. 29.-30.9.1994 TU Dresden, JP 63191608 A, JP 03150115 A). Beim Vakuumgießen wird ein Urmodell im Vakuum mit Silicon umgeben, das danach über initiierte Vernetzungsprozesse ausführt. Um das Modell nach dem Aushärten entformen zu können, wird vor dem Abgießen die Formteilung markiert. Nachdem die Form aufgeschnitten und das Modell entnommen worden ist, könnte je nach Komplexität des Modells zwischen 25 und 30 Abgüsse erstellt werden. In der Silikonform können Wachs und verschiedene Gießharze abgesogen werden. Das Verfahren eignet sich besonders für filigrane und komplexe Modelle, die auch Hinterschneidungen aufweisen können.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der flächige, einsitzig strukturierte keramische und pulvermetallurgische Bauteile mit einer Bauteildicke von auch  $\geq 2$  mm wirtschaftlicher hergestellt werden können, wobei die Strukturierung einer Bauteiloberfläche während der Formgebung erfolgt und eine hohe Packungsdichte des keramischen oder metallurgischen Pulvers erreicht wird.

Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Anspruchs 1. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch das erfundungsgemäße Verfahren ist es möglich flächige, einsitzig strukturierte keramische oder pulvermetallurgische Bauteile in einem technologischen Schritt herzustellen. Die Packungsdichte des keramischen oder metallurgischen Pulvers ist wesentlich höher als bei einer aus diesen Materialien hergestellten Folie. Weiterhin können wesentlich dicker flächige Bauteile hergestellt werden, als es mit Foliengießverfahren möglich wäre.

Im Vergleich zu herkömmlichen pulverteknologischen Formgebungsverfahren für flächige keramische oder pulvermetallurgische Bauteile könnte nunmehr wesentlich dünner Bauteile hergestellt werden.

Das erfundungsgemäße Verfahren schließt damit eine Lücke bei der Herstellung von flächigen, einsitzig strukturierten keramischen oder pulvermetallurgischen Bauteilen, indem ein Dickenbereich der flächigen Bauteile erfasst wird, der mit den keramischen und metallischen Formgebungsverfahren nicht mehr und mit den Foliengießverfahren noch nicht erreicht wird.

Weitere Vorteile des erfundungsgemäßen Verfahrens sind, daß es einfach automatisierbar ist und sich durch eine hohe Wirtschaftlichkeit für die Fertigung großer Stückzahlen flächiger, einsitzig strukturierter keramischer oder pulvermetallurgischer Bauteile auszeichnet.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß für die Formgebung von thermoplastischen Massen mit einem bestimmten Viskositätsbereich keine Drücke größer dem atmosphärischen Druck notwendig sind, sondern daß ein Fließen und damit Füllen der Form bereits durch geringe Druckdifferenzen, wie sie bei der Herstellung eines Vakuums auftreten, möglich ist.

Natürlich ist der Einsatz von Druck zum Füllen der Formen im Rahmen des erfundungsgemäßen Verfahrens möglich. Dabei wird der thermoplastische Schlicker unter einem Druck von beispielsweise 10 MPa in die Form eingebracht.

Entweder vor, während des Füllens oder danach wird dann die Form evakuiert.

Ausgesprochen filigrane Bauteile im 10-tl Millimeterbereich sind durch das erfundungsgemäße Verfahren fehlerfrei herstellbar, insbesondere fehlerfrei ausformbar.

Die erfundungsgemäß hergestellten Bauteile weisen den besonderen Vorteil auf, daß ihre geometrische Außenkonur bereits nach der Formgebung vollständig gegeben ist.

Es ist weiterhin vorteilhaft, daß die eingesetzten Formen mehrfach verwendet werden können.

Die Viskosität des eingesetzten thermoplastischen Schlickers muß  $\leq 4,0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  sein, damit der thermoplastische Schlicker durch die sich bei der Herstellung des Vakuums ergebenden maximalen Druckdifferenzen von bis zu 0,1 MPa fließfähig bleibt. Die Viskosität des thermoplastischen Schlickers darf wiederum nicht  $\leq 0,05 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  sein, da sonst durch die Dichtunterschiede von Keramik- und Pulvermetallteilen und Binderbestandteilen eine Entmischung auftritt. Die Gefahr der Entmischungen hängt von der Dichte der Feststoffteilchen und ihrer Teilchengröße ab. Dabei gilt, je größer die Dichte und die Größe der Feststoffteilchen ist, um so größer ist die Gefahr von Entmischungen.

Die Formgebung wird erfundungsgemäß bei einer Temperatur zwischen 40 und 180°C durchgeführt. Bei Temperaturen unter 40°C ist der thermoplastische Schlicker nicht fließfähig, bei Temperaturen über 180°C verdampfen die thermoplastischen Binderranteile.

Es ist vorteilhaft, wenn die Form vor dem Einbringen des thermoplastischen Schlickers beheizt und nach dem Einbringen des thermoplastischen Schlickers gekühlt wird.

Das Vakuum beträgt zwischen  $\geq 5 \text{ Pa}$  und  $\leq 0,09 \text{ MPa}$ . Bei zu geringem Vakuum ist die sich ergebende Druckdifferenz zu gering, um ein Fließen des thermoplastischen Schlickers in die Form zu ermöglichen. Bei zu hohem Vakuum kommt es bei der Verarbeitungstemperatur zum Verdampfen von Binderbestandteilen, wodurch das Feststoff/Binder-Verhältnis geändert wird und der thermoplastische Schlicker sein Fließverhalten ändert.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Form lichtdurchlässig oder lichtdurchscheinend ist. Dadurch kann beim Formgebungsprozess eine optische Kontrolle durchgeführt werden.

Es ist auch vorteilhaft, wenn die Formgebung unter einer Kontrolle des Einfüllvolumens (-gewichtes) der thermoplastischen Masse stattfindet.

Beide Kontrollen führen zu einer Qualitätsverbesserung. Im weiteren wird die Erfundung an einem Ausführungsbeispiel erläutert.

Fig. 1 stellt dabei einen schematischen Aufbau der erfundungsgemäßen Vorrichtung dar.

800 g eines sintefähigen PZT-Pulvers werden mit 125 g Paraffin und 25 g Stearinäure in einem beheizten Rührergefäß bei 80°C zu einem homogenen thermoplastischen Schlicker 2 verarbeitet. Der Schlicker 2 wird entlüftet und in einen beheizten Vorratsbehälter 1 gefüllt. Der Vorratsbehälter 1 besitzt eine schlitzartige Öffnung, durch die der Schlicker 2 durch sein Eigengewicht hinausläuft. Ein unterhalb des Vorratsbehälters 1 angeordnetes endloses Transportband 3 ist mit flachen, flexiblen Kunststoffformen 4 mit der Negativstrukturierung der Bauteiloberfläche versehen und bewegt sich relativ zum Vorratsbehälter 1. Die flexiblen Kunststoffformen sind evakuiert. Anschließend werden die vorher erwärmeden Kunststoffformen 4 mit Schlicker 2 gefüllt. Der Schlicker 2 weist beim Einfüllen eine Temperatur von 90°C auf und hat dabei eine Viskosität von 1 Pa · s. Nach dem Einfüllen des Schlickers 2 werden die Kunststoffformen 4 bei einer Temperatur von 90°C einem Vakuum von 0,01 MPa ausgesetzt. Nach dem Erkalten des Schlickers 2 in

der Kunststoffform 4, was durch gezielte Wärmeabfuhr erfolgt, werden die keramischen Formkörper 5 aus der Kunststoffform 4 entnommen. Die Formkörper 5 werden anschließend bei ca. 300°C entblödert und danach bei 1250°C an Luft gesintet.

Die gelösten Kunststoffformen 4 werden mit dem Band 3 weitertransportiert und vor dem Passieren des Vorratsbehälters 1 durch Wärmezufuhr erwärmt. Der Vorratsbehälter 1 kann auch mit Druck beaufschlagt werden, um ein definiertes Auslaufen oder Herausdrücken des thermoplastischen Schlickers 2 zu ermöglichen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung flächiger, einseitig strukturierter keramischer oder pulvermetallurgischer Bauteile bei dem ein keramisches oder metallisches Pulver mit einem thermoplastischen Binder und weiteren an sich bekannten Stoffen zu einem thermoplastischen Schlicker (2) verarbeitet wird und dieser thermoplastische und in an sich bekannter Art und Weise entlüftete Schlicker (2) aus einer schlitzartigen Öffnung eines beheizten Behälters (1) berausläuft oder herausgedrückt wird, wobei die Entlüftung des Schlickers (2) vor dem Einbringen in den beheizten Behälter (1) oder in dem beheizten Behälter (1) erfolgt und die Temperatur des Schlickers (2) unterhalb der Verdampfungstemperatur des thermoplastischen Binders eingestellt wird, dieser Schlicker (2) in eine oder mehrere Formen (4) mit der Negativstrukturierung der Oberfläche der zu formenden Bauteile läuft oder gedrückt wird und nach dem Erkalten des thermoplastischen Schlickers (2) das oder die Formkörper (5) aus der Form (4) entfernt, das thermoplastische Bindemittel in an sich bekannter Art und Weise ausgerieben und der oder die Formkörper (5) gesintet werden, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Einbringen eine Viskosität des thermoplastischen Schlickers von  $\geq 0,05 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  bis  $\leq 4,0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  eingesetzt wird, die Form(en) vor und/oder während und/oder nach dem Einbringen des thermoplastischen Schlickers auf einen Druck zwischen  $\geq 5 \text{ Pa}$  und  $\leq 0,09 \text{ MPa}$  evakuiert werden, wobei evakuierbare Formen verwendet werden, und das Einbringen des thermoplastischen Schlickers bei Temperaturen zwischen 40°C und 180°C durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als thermoplastischer Binder Paraffin, Wachs oder deren Gemische eingesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als weitere an sich bekannte Stoffe grünflächeneaktive Stoffe, wie Stearinäure oder Olsaure eingesetzt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als pulvermetallurgisches Material Hartmetall verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als keramisches Material Siliciumnitrid, Aluminiumnitrid oder PZT verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Form (4) mit der Negativstrukturierung der Oberfläche der zu formenden Bauteile Kunststoff verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Form (4) eingesetzt wird, die Lichtdurchlässig oder lichtdurchscheinend ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine beheizbare Form (4) eingesetzt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß eine flexible Form (4) mit der Negativstrukturierung der Oberfläche der zu formenden Bauteile eingesetzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren kontinuierlich oder diskontinuierlich berieben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung der Form (4) in der oder den Trennebenen erst nach der Verfestigung des Grünkörpers erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Evakuierung der Form (4) ein Vakuum zwischen 20 Pa und 0,01 MPa eingestellt wird.

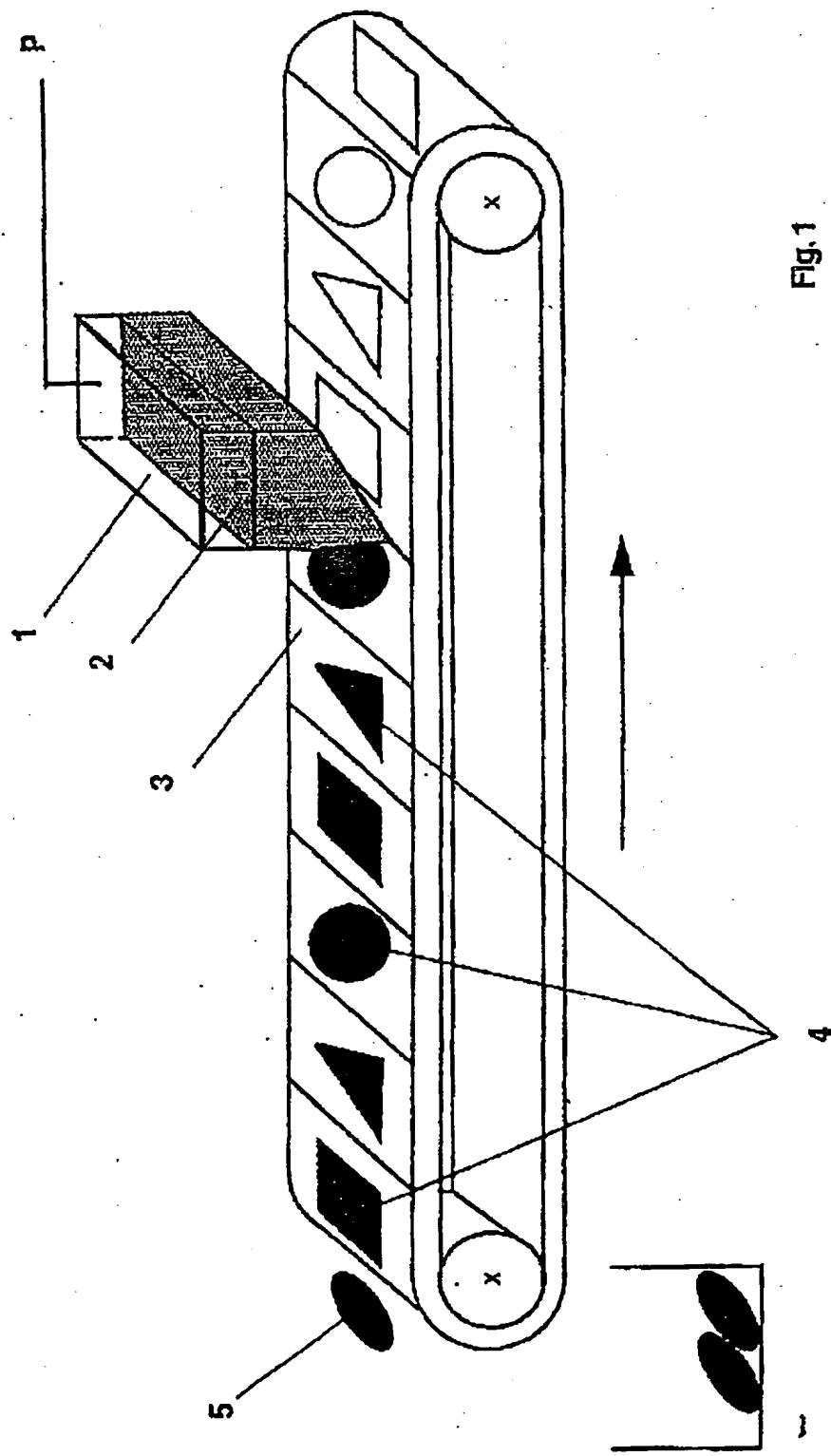
13. Vorrichtung zur Herstellung von flächigen, einseitig strukturierten keramischen oder pulvermetallurgischen Bauteilen, die aus einem beheizten Vorratsbehälter (1) für den ein thermoplastisches Bindemittel enthaltenden keramischen oder pulvermetallurgischen Schlicker (2) mit einer schlitzartigen Öffnung und aus einem unterhalb der schlitzartigen Öffnung endenklappenden Band (3) besteht, wobei das Band (3) aus beheizbaren, evakuierbaren Formen (4) mit der Negativstrukturierung der Oberfläche der zu formenden Bauteile besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Formen evakuierbar, vakuumdicht oder dicht zusammenbaubar sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein endloses Band (3) eingesetzt ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Band (3) aus flexiblem Material eingesetzt ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Band (3) aus zusammengesetzten Kunststoffformen (4) mit der Negativstrukturierung der Oberfläche der zu formenden Bauteile besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



802 135/237